

EXAME NACIONAL DO ENSINO SECUNDÁRIO

12.º Ano de Escolaridade (Decreto-Lei n.º 286/89, de 29 de Agosto)
Cursos Gerais e Cursos Tecnológicos

Duração da prova: 120 minutos
1998

1.ª FASE
1.ª CHAMADA
VERSÃO 1

PROVA ESCRITA DE FÍSICA

Utilize para o módulo da aceleração da gravidade $g = 10 \text{ m s}^{-2}$

I

- As seis questões deste grupo são de escolha múltipla.
- Para cada uma das seis questões deste grupo são indicadas cinco hipóteses A, B, C, D e E das quais só uma está correcta.
- Escreva, na sua folha de prova, a letra correspondente à hipótese que seleccionar para cada questão.
- Não apresente cálculos.

1. A velocidade de uma passadeira rolante em relação à Terra é $\vec{v}_{p,T} = 3,0 \vec{e}_x$ (m s^{-1}). Um utilizador desta passadeira move-se sobre ela com uma velocidade em relação à Terra $\vec{v}_{u,T} = 1,0 \vec{e}_x$ (m s^{-1}). Nestas condições, a velocidade $\vec{v}_{u,p}$ em m s^{-1} do utilizador em relação à passadeira rolante é:

- (A) $\vec{v}_{u,p} = 2,0 \vec{e}_x$
 (B) $\vec{v}_{u,p} = 3,0 \vec{e}_x$
 (C) $\vec{v}_{u,p} = \vec{0}$
 (D) $\vec{v}_{u,p} = -1,0 \vec{e}_x$
 (E) $\vec{v}_{u,p} = -2,0 \vec{e}_x$

2. A figura 1 representa um pêndulo gravítico simples. Os pontos R e Q assinalam as posições extremas do pêndulo durante o movimento. O ponto P indica a posição em que o fio tem a direcção vertical.

Desprezando as forças resistentes, podemos afirmar:

- (A) O módulo da aceleração do pêndulo é zero no ponto R.
 (B) O módulo da componente tangencial da aceleração do pêndulo é máximo, no ponto Q.
 (C) O módulo da velocidade do pêndulo é mínimo, no ponto P.
 (D) O módulo da resultante das forças que actuam no pêndulo é zero, no ponto P.
 (E) O movimento do pêndulo é uniformemente variado, de R a P.

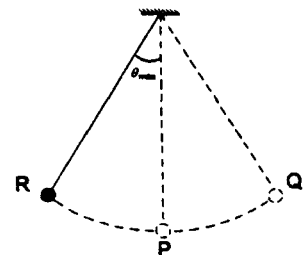


Fig. 1

3. Um disco de raio R pode rodar, com atrito desprezável, em torno de um eixo fixo, horizontal, perpendicular às faces planas do disco e que passa pelo seu centro. Enrola-se no disco um fio inextensível e de massa desprezável e liga-se a sua extremidade livre a um corpo de massa m que é em seguida abandonado. Considere que não existe escorregamento do fio sobre o disco. Designe por I o momento de inércia do disco em relação ao eixo de rotação. A expressão que permite calcular o módulo da tensão no fio, em função de m , R , g e I , é:

(A) $T = \frac{I m g}{I - m R^2}$

(B) $T = \frac{I m g}{m R^2 + I}$

(C) $T = \frac{m R^2 + I}{I m g}$

(D) $T = \frac{m R^2 - I}{I m g}$

(E) $T = m g$

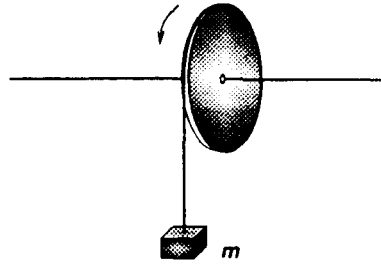


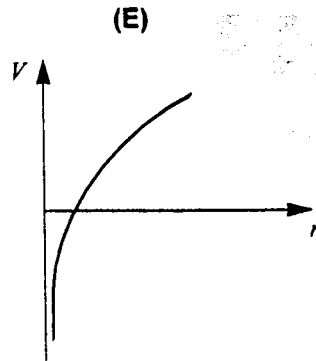
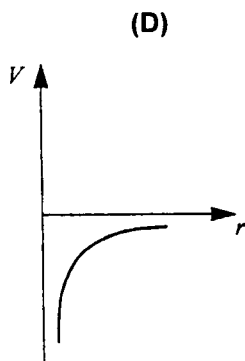
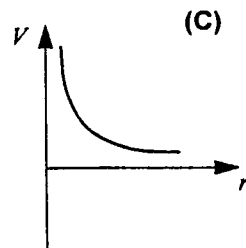
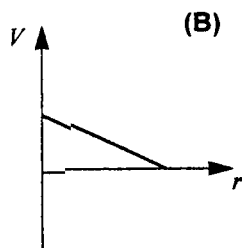
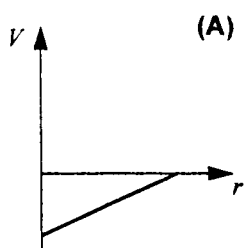
Fig. 2

4. Um certo corpo é abandonado no fundo de um recipiente que contém água e sobe até ficar em equilíbrio, com metade do seu volume imerso. Durante a subida e enquanto o corpo está totalmente imerso na água, podemos afirmar:
- (A) O módulo da impulsão é igual ao módulo do peso do corpo e o movimento é uniforme.
- (B) O módulo da impulsão é menor do que o módulo do peso do corpo e o movimento é uniformemente retardado.
- (C) O módulo da impulsão é maior do que o módulo do peso do corpo e o movimento é uniformemente acelerado.
- (D) O módulo da impulsão vai diminuindo, à medida que o corpo sobe, até igualar metade do módulo do peso do corpo.
- (E) O módulo da impulsão vai diminuindo, à medida que o corpo sobe, até igualar o módulo do peso do corpo.

5. Considere o sistema *Terra + Lua*. Admita que a órbita descrita pela Lua em torno da Terra é circular. Nestas condições, podemos afirmar:

- (A) O momento linear da Lua mantém-se constante e a sua energia cinética varia.
- (B) A distância entre o centro de massa do sistema *Terra + Lua* e o centro de massa da Terra é variável.
- (C) O potencial gravítico terrestre num ponto da órbita da Lua é positivo.
- (D) O módulo do campo gravítico criado pela Terra é igual ao módulo do campo gravítico criado pela Lua em qualquer ponto equidistante dos dois planetas.
- (E) A energia potencial gravítica do sistema *Terra + Lua* mantém-se constante.

6. Indique qual dos gráficos representa o valor do potencial eléctrico V num ponto do campo eléctrico criado por uma carga pontual negativa, em função da distância r do ponto à carga criadora do campo.



II

Nas questões deste grupo apresente todos os cálculos que efectuar.

1. Um projectil de massa 500 g é lançado com velocidade \vec{v}_0 de um ponto P que dista 10,0 m do solo, como indica a figura 3. A velocidade inicial faz um ângulo de 30° com a direcção horizontal do solo. A energia cinética mínima do projectil durante o movimento é 10 J. Despreze as forças resistentes.

$$\sin 30^\circ = 0,50$$

$$\cos 30^\circ = 0,87$$

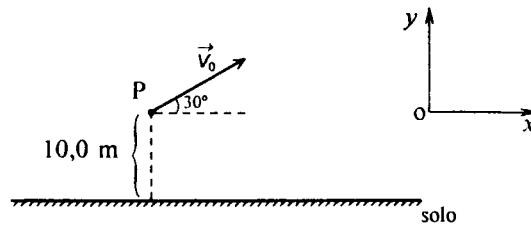


Fig. 3

- 1.1. Justifique a seguinte afirmação verdadeira:

Durante o movimento do projectil a componente horizontal da velocidade mantém-se constante.

- 1.2. Determine a velocidade inicial do projectil.

- 1.3. Calcule a altura máxima, em relação ao solo, atingida pelo projectil.

Se não resolveu 1.2. considere $7,0 \text{ m s}^{-1}$ o módulo da velocidade inicial do projectil.

2. Considere um pequeno corpo A de massa M suspenso por um fio inextensível e de massa desprezável, como indica a figura 4. O corpo A pode mover-se no plano vertical.

A distância entre o centro de massa do corpo A e o ponto O é l .

- 2.1. Pretende-se que o corpo A dê uma volta completa. Determine, em função de g e l , o valor mínimo do módulo da velocidade do corpo A ao atingir a posição mais elevada da trajectória.

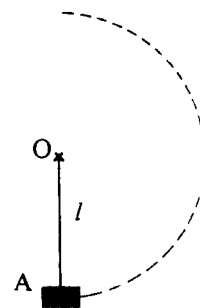


Fig. 4

2.2. Observe a figura 5.

Um projectil de massa m e velocidade horizontal \vec{v}_0 colide com o corpo A, inicialmente em repouso, ficando nele incrustado.

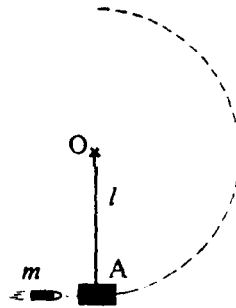


Fig. 5

2.2.1. Determine, em função de M , m e \vec{v}_0 , a velocidade do sistema corpo A + projectil logo após a colisão.

2.2.2. Determine, em função de m , M , g e l , o valor mínimo do módulo da velocidade \vec{v}_0 do projectil de modo a que o sistema consiga descrever a trajetória circular no plano vertical. Justifique.

Considere desprezáveis todas as forças resistentes.

3. Observe a figura 6.

Na região I existe apenas um campo magnético uniforme $\vec{B} = -1,5 \times 10^{-3} \vec{e}_z$ (T).

Através do orifício P da placa A podem penetrar no campo magnético quer protões, quer electrões, com igual velocidade $\vec{v} = 6,0 \times 10^6 \vec{e}_x$ (m s⁻¹).

Na figura 6 estão ainda representadas, por Q e R, possíveis trajetórias de um feixe de electrões e de um feixe de protões.

- e (carga elementar) = $1,6 \times 10^{-19}$ C
- m_p (massa do protão) = $1,7 \times 10^{-27}$ kg
- m_e (massa do electrão) = $9,1 \times 10^{-31}$ kg

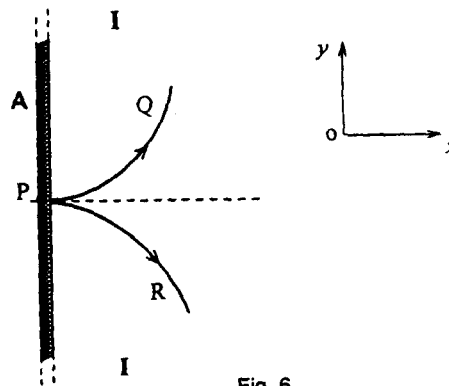


Fig. 6

3.1. Qual das trajetórias Q ou R diz respeito ao movimento do feixe de protões? Justifique.

3.2. Qual das trajetórias, dos electrões ou dos protões, tem menor raio? Justifique.

3.3. Em relação ao ponto P, quais as coordenadas do ponto em que o feixe de electrões embate na placa?

III

Nas questões deste grupo apresente todos os cálculos que efectuar.

Um grupo de alunos, numa aula experimental, tinha como objectivo determinar o coeficiente de atrito estático para um par de materiais.

Usaram o seguinte material:

- transferidor
- placa de madeira
- livro de Física

Estudaram a escala do transferidor de forma a poderem fazer as leituras necessárias. Colocaram o livro de Física sobre a placa de madeira, disposta horizontalmente em cima de uma mesa. Foram aumentando a inclinação da placa de madeira até o livro ficar na iminência de se mover, como indica a figura 7.



Fig. 7

Nesse instante, mediram o ângulo que o plano da placa de madeira fazia com o tampo horizontal da mesa.

Repetiram a experiência três vezes e registaram numa tabela os valores obtidos para o ângulo $\theta_{m\acute{a}x}$.

$$\sin 17^\circ = 0,292$$

$$\cos 17^\circ = 0,956$$

	$\theta_{m\acute{a}x}$
1.ª Leitura	17°
2.ª Leitura	18°
3.ª Leitura	16°

1. Passe a figura 7 para a sua folha de prova e desenhe, devidamente legendado, o diagrama das forças que actuam no livro, no instante em que foi medido o ângulo $\theta_{m\acute{a}x}$. Tenha em atenção a direcção, o sentido e o tamanho relativo dos vectores que representar.
2. Prove que o coeficiente de atrito estático, relativo ao par de materiais em contacto, é função exclusiva do ângulo $\theta_{m\acute{a}x}$.
3. Calcule, utilizando os valores da tabela, o valor médio do coeficiente de atrito estático relativo ao par de materiais em contacto.

FIM

EXAME NACIONAL DO ENSINO SECUNDÁRIO

12.º Ano de Escolaridade (Decreto-Lei n.º 286/89, de 29 de Agosto)
Cursos Gerais e Cursos Tecnológicos

Duração da prova: 120 minutos
1998

1.ª FASE
1.ª CHAMADA

PROVA ESCRITA DE FÍSICA

COTAÇÕES

I

1.	10 pontos
2.	10 pontos
3.	10 pontos
4.	10 pontos
5.	10 pontos
6.	10 pontos
	60 pontos

II

1.		
1.1.	10 pontos	
1.2.	15 pontos	
1.3.	10 pontos	
		35 pontos
2.		
2.1.	10 pontos	
2.2.		
2.2.1.	7 pontos	
2.2.2.	18 pontos	
		35 pontos
3.		
3.1.	16 pontos	
3.2.	16 pontos	
3.3.	8 pontos	
		40 pontos
		110 pontos

III

1.	9 pontos
2.	12 pontos
3.	9 pontos
	30 pontos
TOTAL	200 pontos

V.S.F.F.

CRITÉRIOS DE CLASSIFICAÇÃO

Critérios Gerais

- A sequência de resolução sugerida para cada item deve ser interpretada como uma das sequências possíveis. Deverá ser atribuída a mesma cotação se, em alternativa, for apresentada outra igualmente correcta.
- As cotações parcelares só deverão ser tomadas em consideração quando a resolução não estiver totalmente correcta.
- Se a resolução de um item apresentar erro exclusivamente imputável à resolução do item anterior, deverá atribuir-se, ao item em questão, a cotação integral.
- A ausência de unidades ou a indicação de unidades incorrectas, no resultado final, terá a penalização de um ponto.
- Os erros de cálculo terão, no máximo, a penalização de 10% da cotação total do item.

Critérios Específicos

	VERSÃO 1	VERSÃO 2	I	
1.	E	G		10 pontos
2.	B	I		10 pontos
3.	B	H		10 pontos
4.	C	H		10 pontos
5.	E	G		10 pontos
6.	D	G		10 pontos

Se o examinando seleccionar mais do que uma hipótese, atribuir a cotação zero. 60 pontos
 Se o examinando transcrever letras correspondentes às duas versões, a cotação deste grupo será zero.

II

1. (35 pontos)			
1.1.	Princípio da independência dos movimentos segundo a direcção horizontal e vertical de um projectil lançado obliquamente 4 pontos		10 pontos
	Conclusão: v_x é constante porque não actuam forças na direcção horizontal 6 pontos		
	ou		
	Equação paramétrica, na direcção horizontal, do movimento do projectil 2 pontos		
	$v_x = v_0 \cos \theta$ 2 pontos		
	Conclusão: v_x é constante porque v_0 e θ são constantes 6 pontos		
1.2.	Cálculo do módulo da velocidade mínima 3 pontos		15 pontos
	Identificar a velocidade mínima como a velocidade no ponto mais alto da trajectória, apenas com a componente horizontal $v_x = v_0 \cos \theta$ 5 pontos		
	Cálculo de $v_{\theta x}$ 2 pontos		
	Cálculo de $v_{\theta y}$ 2 pontos		
	$\vec{v}_0 = 6,3 \vec{e}_x + 3,6 \vec{e}_y$ (m s ⁻¹) 3 pontos		
	A transportar		85 pontos

	Transporte	85 pontos
1.3.		10 pontos
	Cálculo do instante em que $v_y = 0$	5 pontos
	Substituição na equação paramétrica y e obtenção de $h_m = 11$ m	5 pontos
ou		
	Aplicação da Lei da Conservação da Energia Mecânica do sistema, pois a força que actua é conservativa	5 pontos
	Cálculo de $h_m = 11$ m.....	5 pontos
	Se o examinando não considerar a altura inicial descontar 3 pontos.	
2. (35 pontos)		
2.1.		10 pontos
	$\vec{F}_g + \vec{T} = \vec{F}_n$	2 pontos
	Identificar a velocidade mínima no ponto mais alto como a velocidade que corresponde à tensão do fio ser nula, $\vec{F}_g = \vec{F}_n$	5 pontos
	Substituição e determinação de $v_{\min} = \sqrt{lg}$	3 pontos
2.2.		25 pontos
2.2.1.		7 pontos
	Aplicação da Lei da Conservação do Momento Linear, na direcção horizontal.....	2 pontos
	Determinação de $\vec{v} = \frac{m}{M+m} \vec{v}_0$	5 pontos
2.2.2.		18 pontos
	Justificação da aplicação da Lei da Conservação da Energia Mecânica do sistema.....	2 pontos
	$\frac{1}{2} (M+m) v^2 = 2(M+m) gl + \frac{1}{2} (M+m) gl (1+2+2)$	5 pontos
	Determinação de $v = \sqrt{5lg}$	5 pontos
	Determinação de $v_0 = \frac{M+m}{m} \sqrt{5lg}$	6 pontos
3. (40 pontos)		
3.1.		16 pontos
	$\vec{F}_m = q\vec{v} \times \vec{B}$	3 pontos
	$\vec{F}_m = qv\vec{e}_x \times (-B \vec{e}_z)$	3 pontos
	$\vec{F}_m = qvB \vec{e}_y$	5 pontos
	Trajectória Q	5 pontos
	A transportar	146 pontos

Transporte 146 pontos

3.2. 16 pontos

$\vec{F}_m = \vec{F}_n$ 4 pontos

Substituição $q v B = \frac{mv^2}{r}$ 4 pontos

Concluir que sendo v , B , q constantes, à menor massa corresponde o menor raio 5 pontos

Trajectória dos electrões..... 3 pontos

3.3. 8 pontos

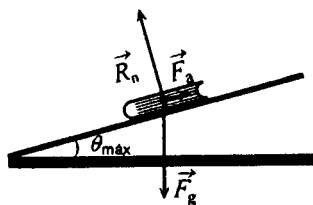
Substituição dos valores em $r = \frac{mv}{qB}$ 4 pontos

$x = 0,0 \text{ cm}$
 $y = -4,6 \text{ cm}$
 $z = 0,0 \text{ cm}$ } 4 pontos

Se o examinando não fez coincidir a posição P com a origem do referencial, aceitar outros valores das coordenadas, desde que correctas.

III

1. 9 pontos



(3 + 3 + 3) 9 pontos

2. 12 pontos

$\sum \vec{F} = \vec{0}$ $\left\{ \begin{array}{l} F_a = \mu R_n \dots\dots\dots 4 \text{ pontos} \\ mg \sin \theta_{\text{máx}} = \mu mg \cos \theta_{\text{máx}} \dots\dots\dots 4 \text{ pontos} \end{array} \right.$

$\mu = \tan \theta_{\text{máx}}$ 4 pontos

3. 9 pontos

$\theta_{\text{máx}} = 17^\circ$ 3 pontos

$\mu = \tan 17^\circ$ 3 pontos

Cálculo $\mu = 0,31$ 3 pontos

TOTAL 200 pontos